

Eierganges liegt noch der abgeschnittene Seitenstachel des Eies, in dessen Hohlraum man hineinblickt. Hartnack V. Vergr. 380.

Fig. 11. Querschnitt desselben Individuum's durch die Mitte des Ovarium's. Zwischen dem Ovarium und den Darmschenkeln erscheint die Leibeswand etwas eingesunken. Hartnack V. Vergr. 380.

Fig. 12. Querschnitt durch den dicksten Körpertheil desselben Individuum's. Der einfache Darm ist dicht umhüllt von den Dotterorganen, deren Ausführungsgang die Mitte der Bauchseite einnimmt. Hartnack V. Vergr. 380.

Fig. 13. Querschnitt desselben Individuums in der Höhe des blinden Darmendes. Neben dieser Kappe der Darmwand eine unregelmässige Erweiterung des Excretionsapparates nach Art einer Cloake. Die feinen Stacheln der Leibeswand sind auf der Bauchfläche ziemlich vollständig erhalten. Hartnack V. Vergr. 380.

Fig. 14. Querschnitt desselben Individuum's kurz vor der Ausmündung des Excretionsapparates als Porus excretorius. Ein Rest der Darmwand ist noch in den Schnitt gefallen. Hartnack V. Vergr. 380.

Sämmtliche Figuren mit Ausnahme von Fig. 2 sind mit dem Oberhäuser'schen Zeichenapparat entworfen.

Zur Kenntniss der Spinalganglienzellen beim Säugethier.

Von

Hans Daac, stud. med. aus Norwegen.

(Aus dem anatomischen Institut in Kiel.)

Hierzu Tafel XIII und XIV.

Bei den vielen Untersuchungen, die im Laufe der letzten 50 Jahre über die Spinalganglien angestellt sind, hat es sich besonders um die Frage nach der Zahl und dem Verhalten der Ganglienzellenausläufer gehandelt, sowie um die weitere Frage, ob hierin Uebereinstimmung bei sämmtlichen Wirbelthieren herrscht. Die frühesten dieser Arbeiten wurden von R. Wagner¹⁾ an Fischen

1) R. Wagner, Neue Untersuchungen über den Bau und die Endi-

gemacht; er fand, wie auch alle folgenden Untersucher, bei diesen die Zellen bipolar und schloss, dass dies wohl für alle Vertebralen mit Einschluss des Menschen gelten werde. Aber die zahlreichen neueren Arbeiten über die Spinalganglien der vier höheren Wirbelthierklassen¹⁾ zeigten vielmehr, dass hier bei allen Thieren, die man untersuchte, nur ein Ausläufer an den Zellen zu finden ist.

Diese sonderbare Incongruenz, dass die Fische bipolare, die übrigen Wirbelthiere unipolare Spinalganglienzellen besitzen sollen, hat zuerst Freud²⁾ aufzuklären gesucht. Der einfache Ausläufer der Zelle bei den vier höheren Wirbelthierklassen ist, wie es Ranvier, weiter Retzius u. A. gezeigt haben, eine markhaltige Nervenfasern, und gabelt sich eine Strecke weit von der Zelle in zwei divergirende ebensolche Fasern (Fibres en T Ranvier); an der Theilungsstelle befindet sich eine Ranvier'sche Einschnürung. Freud stellte die Annahme hin, dass der anscheinend einfache Ausläufer aus zwei Fasern combinirt sei, die von der Theilungsstelle an getrennt weiter laufen; danach würden die scheinbar unipolaren Zellen der vier höheren Classen in der That bipolare sein, wie bei den Fischen, nur dass die Pole bei den letzteren eine gegenüberstehende Lage hätten, bei den ersteren dagegen zusammengedrückt lägen. — M. v. Lenhossék³⁾ hat ein solches Verhalten beim Frosch durch directe Messung nachzuweisen gesucht: nach seinen Ergebnissen besitzt der Axencylinder des Zellenausläufers stets einen grösseren Durchmesser als die Axencylinder der zwei Theilungsäste, so, dass ersterer die Summe der letzteren darstellt.

Hiernach würde es scheinen, als ob die ganze Frage in dem einfachen Satz ihre Lösung fände: gewöhnliche Bipolarität für die Fische, Bipolarität mit vereinigttem Verlauf der beiden Ausläufer für die übrigen Wirbelthiere.

Untersuchungen, die ich an den Spinalganglien des Pferdes

gung der Nerven und die Structur der Ganglien. Supplement zu den Icones physiologicae. Leipzig 1847.

1) Im Folgenden citirt.

2) S. Freud, Ueber Spinalganglien und Rückenmark des Petromyzon. Wien. akad. Sitzungsber. 1878. Bd. 78. Abth. 3.

3) M. v. Lenhossék, Untersuchungen über die Spinalganglien des Frosches. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 26, 1886.

anstellte, haben mir jedoch ergeben, dass die Verhältnisse hier viel complicirtere sind und sich mit dem einfachen Satz, der eben angeführt wurde, nicht ohne weiteres in Deckung bringen lassen.

Bevor ich zur Beschreibung meiner Untersuchungen übergehe, sei es mir erlaubt Herrn Professor Flemming, dem ich die Anregung zu dieser Arbeit verdanke, für die ausserordentliche Liebenswürdigkeit, mit der er mir entgegengekommen ist, und für die grosse Mühe, die er sich zu meiner Unterstützung gegeben hat, meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Als wesentliches Ergebniss meiner Befunde stelle ich hier vorweg das Folgende hin:

Die Spinalganglienzellen des Pferdes sind zwar in so fern unipolar zu nennen, als soweit meine Beobachtungen reichen, jede Zelle an einer grossen Nervenfasern als an ihrem Ausläufer hängt. Aber nur bei einem Theil der Zellen geht dieser Ausläufer ungetheilt wie bei anderen Wirbelthieren in die Zellsubstanz über.

In anderen Fällen theilt sich der grosse Ausläufer (in der Richtung gegen die Zelle gerechnet) innerhalb der Kapsel oder noch ausserhalb derselben in mehrere bis viele dünnere, gewundene markhaltige Fasern; diese können sich vielfach verzweigen und diese ihre Zweige sich wieder vereinigen (siehe Fig. 2—11). Ich will diese Aufzweigung den Faserknäuel nennen. Aus diesem geht eine verschiedene Anzahl Endfasern hervor, welche die Markscheide verlieren und mit dem Zellkörper in Zusammenhang stehen. Ich nenne diese deshalb hier Ursprungsfasern. Wir haben hier also die Abweichungen von den Verhältnissen bei den bis jetzt untersuchten Säugethieren, dass 1) in solchen Fällen, wo nur zwei derartige Ursprungsfasern vorhanden und die Zellen also bipolar sind, die Polstellen auseinandergerückt liegen; 2) in den Fällen, wo die Zahl der Ursprungsfasern grösser ist, sind die Zellen an sich in der That multipolare, wenn auch die mehrfachen Ausläufer sich weiterhin zu einer Hauptfaser vereinigen; 3) endlich ist die eigenthümliche Aufzweigung und Wiederverbindung der Fasern in dem Knäuel meines Wissens etwas bisher ganz Unbekanntes.

Hier folgt die nähere Beschreibung meiner Befunde.

Für die Isolirung und nähere Untersuchung der Zellen und Nervenfasern hat mir die Methode v. Lenhossék's (Maceriren in Glycerin-Eisessig) die besten Dienste geleistet, doch empfiehlt es

sich für die Ganglien des Pferdes, sie etwas länger (5 Tage anstatt 3—4) in der Flüssigkeit liegen zu lassen. Nebenbei wurden Schnitte der Ganglien untersucht, die nach Härtung mit Flemming'scher Lösung angefertigt waren.

Beim Pferde sind die Ganglien der einzelnen Intervertebrallöcher in je mehrere, meistens 5, zerlegt; es sind dies erbsengrosse, eiförmige gelbbraune Knoten und liegen horizontal durch das Nervenwurzelbündel aufgereiht.

Schwalbe's Angabe, dass der Bau der Ganglien bei höheren Wirbelthierformen gegenüber den niederen immer verwickelter werde, bestätigt sich auch beim Pferd. Man sieht an Schnitten ein solches Durcheinander von Faserbündeln zwischen den Zellen, dass es bei dieser Methode unmöglich bleibt, etwas über den Verbleib der Nervenfasern zu erfahren.

Die Zellen zeigen dieselben Verschiedenheiten in der Grösse, Form und Färbung, welche bereits Flemming von den Spinalganglien der Säugethiere erwähnt hat¹⁾ und welche darauf von Helene Koneff specieller untersucht sind²⁾. Flemming hat mit Hülfe seiner Färbungen die dunklere Beschaffenheit und stärkere Lichtbrechung, durch die ein Theil der Zellen ausgezeichnet ist, darin begründet gefunden, dass in diesen Zellen das Fadenwerk dichter und die daran haftenden tingirbaren Körner reichlicher vorhanden sind (siehe a. a. O.). Ich finde, wie er, beim Hund, der Katze und dem Kaninchen, dass die am dunkelsten gefärbten Zellen beim Pferd am häufigsten klein sind; dabei pflegen sie nicht rund zu sein. Uebrigens lässt sich ein bestimmtes Verhältniss zwischen der Grösse der Zellen einerseits und ihrer Form und Beschaffenheit anderseits nicht finden; grosse wie kleine Zellen können rund oder ellipsoid, oder eckig, dann meistens viereckig sein. Die runden Formen kommen am häufigsten bei den mittelgrossen vor. Stark gefärbte³⁾ Zellen sind gewöhnlich nicht rund.

1) W. Flemming, Vom Bau der Spinalganglienzellen. Henle'sche Festschrift p. 13, Abs. 8, Taf. II, Fig. 3.

2) Helene Koneff, Beiträge z. Kenntniss der Nervenzellen in den peripheren Ganglien. Inaug.-Dissert. Bern 1886. Die eben citirte Stelle in Flemming's Arbeit ist von der Verfasserin wohl übersehen worden (vgl. deren p. 4).

3) Es ist hiermit nicht blos die Tinctionsfähigkeit gemeint, sondern

Die Durchschnittsgrösse der Zellen (aus einem der ersten Halsganglien) beträgt 100—120 μ .

Mit feineren Structurverhältnissen der Zellsubstanz will ich mich in dieser Arbeit nicht beschäftigen und nur bemerken, dass dieselbe in vielen Zellen gelbbraunes körniges Pigment enthält, meist in einem Klumpen angehäuft, manchmal in zweien; in erstem Falle ist sehr oft die Anhäufung convex-concav geformt, also im Durchschnitt halbmondförmig, und dann an der convexen Seite scharf begrenzt, an der concaven sich diffus vertheilend. Dem Pigment finden sich vielfach Fetttropfchen beigemischt.

Nach persönlicher Mittheilung Flemming's kann ich hier angeben, dass derselbe in Spinalganglien von Carnivoren und Nagethieren vielfach mit den geeigneten Methoden nach Theilungen der Ganglienzellen gesucht hat, doch bei den erwachsenen Thieren stets mit negativem Erfolg. Er fand nur hie und da zweiker-nige Ganglienzellen, niemals Mitosen in solchen. Auf seine Veranlassung habe ich an seinen, sowie an meinen eigenen Schnitten in Bezug auf diesen Punkt noch weiter gesucht, aber gleichfalls noch niemals eine Mitose in einer Ganglienzelle gesehen. Man könnte sonst auf den Gedanken kommen, dass die kleinen und dann meistens dunklen Formen dieser Zellen junge, kürzlich erst durch Theilung entstandene Elemente seien; dieser Gedanke muss aber, nach den erwähnten negativen Resultaten, wohl ausgeschlossen und diesen Ganglienzellen eine sehr lange Stabilität zugesprochen werden.

Die Kapsel der Ganglienzellen besteht aus zahlreichen kleinen Zellen mit relativ grossen Kernen. Ob die Kapsel ausser diesem „Endothel“ noch eine fibrillär-bindegewebige äussere Schicht besitzt, möchte ich nicht entscheiden, halte es aber für wahrscheinlich, da man nach aussen von den Kernen an nicht gesäuerten Präparaten oft noch einen zarten streifigen Saum sehen kann, der bei der Lenhossék'schen Behandlung (Eisessig) unsichtbar wird.

Mit Lenhossék halte ich die Kapsel für eine Fortsetzung der Henle'schen Scheide der zur Zelle gehörigen Nervenfasern, nicht aber der Neurilemmscheide. Ich habe öfters direkt kontrol-

dieselben Zellen haben auch an ungefärbten Osmiumpräparaten einen dunkelgelben bis braunen Ton.

liren können, dass die Henle'sche Scheide und Kapsel direkt in einander übergehen. Die Henle'sche Scheide besteht ja auch, wie die Kapsel, aus Endothelzellen. In der Nähe der Ganglienzellen werden diese Zellen viel kleiner und sind also ihre Kerne viel dichter gelagert, als entfernter von der Zelle. — Ueber das Verhalten der Neurilemmscheide an der Ganglienzelle habe ich nichts Sicheres ermitteln können.

Ich wende mich nun zu den Verhältnissen der Ausläufer. Nach diesen lassen sich unterscheiden: 1) Zellen mit einfachen, 2) solche mit zusammengesetztem Ausläufer.

1. Bei den ersteren, welche gewöhnlich ganz dunkel, eckig sind und eine sehr dichtzellige Kapsel besitzen, beginnt der starke Ausläufer von der Zelle aus als ein längsgestreiftes Band, das sich allmählich mit Mark bekleidet, einige S förmige Krümmungen oder eine Bogentour um die Zelle herum macht und an der Stelle, wo er die Kapsel verlässt, eine Ranvier'sche Einschnürung trägt. Seine Markscheide ist dünn, seine Henle'sche Scheide, ebenso wie die zugehörige Zellenkapsel, sehr dichtzellig. Die Markscheiden dieser Ausläufer haben zahlreiche und sehr dichtgestellte Ranvier'sche Einschnürungen; beispielsweise war bei einer solchen Ausläuferfaser von 11μ Durchmesser der Abstand der zweiten und dritten Einschnürung nur 120μ , der der ersten und zweiten nur 80μ ; ähnliche Verhältnisse kommen oft vor. Die Vertheilung der Einschnürungen ist also hier anders, und zwar viel dichter als bei den Fasern der peripheren Stämme¹⁾.

2. Zellen mit zusammengesetzten Ausläufern.

Sie kommen meistens von rundgeformten Zellen, mit heller Zellsubstanz, von verschiedenen Grössen.

Hier wird der einfache Hauptausläufer durch Zusammenfluss von 2 bis vielen markhaltigen Fasern — meistens 3—7 — gebildet, die untereinander ziemlich gleich dick sind. Ich nenne die Gesamtheit dieser Zweige den Faserknäuel, weil sie meistens

1) Bei diesen sind nach Key und Retzius die Abstände der Einschnürungen:

bei Fasern von 2μ Durchmesser = $89-92\mu$.

„ „ „ 16μ „ = $872-962\mu$.

während in meinem obigen Falle das Verhältniss ist:

bei Fasern von 11μ Durchmesser = $80-120\mu$.

eine stark verwickelte, geschlängelte Anordnung haben. Uebrigens giebt es sehr verschiedene Grade dieser Schlängelung, welche zuweilen (Fig. 13) auch nur sehr gering ist.

Dieser Knäuel liegt seiner Hauptmasse nach stets intracapsulär; die Vereinigung seiner Fasern zum Hauptausläufer findet sich in manchen Fällen ebenfalls noch innerhalb der Kapsel, in anderen ausserhalb derselben, und dann oft recht weit von der Zelle entfernt. Manchmal vereinigen sich alle Fasern an einer Stelle (Fig. 2, 6, 9, 12), manchmal treten einige der Aeste¹⁾ zu einer Faser zusammen, die erst weiter von der Zelle entfernt andere Aeste aufnimmt (Fig. 3, 4). An den Vereinigungsstellen befinden sich Ranvier'sche Einschnürungen. Solche kommen aber auch vielfach an den intracapsulären Fasern des Knäuels vor (Fig. 4 d, 3 a).

Diese Fasern zeigen aber sehr oft noch eine weitere Verzweigung. Man findet oft, dass die Aeste einer Gabelung (von dem Hauptausläufer aus gerechnet) wieder mit einander zusammenfliessen, oder sich mit anderen vereinigen, die dann wieder mit andern in Verbindung stehen, so dass förmlich wundernetzartige Anordnungen vorliegen können. Die Figuren 4, 5, 6 und 8 zeigen verschiedene Fälle dieser Art, in denen diese Verzweigungen und Zusammenhänge der Knäulfasern deutlich zu verfolgen waren. Wo die Anordnung derselben dicht und dabei stark gewunden ist, gelingt das natürlich nicht immer.

Es sind somit in diesen Faserknäueln oft viel zahlreichere Nervenbahnen nebeneinander vorhanden, als die Zahl der Ursprungsfasern ist, die mit dem Zellkörper zusammenhängen.

Diese Zusammenhänge mit der Zelle sind nun freilich theils durch die Faserknäuel selbst, theils durch die dichtkernige Kapsel sehr oft mehr oder weniger verdeckt, sodass man nur selten mit einiger Sicherheit auf ihre Anzahl schliessen kann. Doch habe ich in einer Anzahl von Fällen (z. B. Fig. 2, 4, 8, 12) bestimmt gesehen, dass zwei, drei bis vier Fasern der intracapsulären Verzweigung unter plötzlichem Abbrechen der Markscheide unmittelbar an der Peripherie der Ganglienzelle aufhören (ich bitte

1) Indem ich hier den Ausdruck „Aeste“ zur Erleichterung der Beschreibung gebrauche, rechne ich dabei natürlich den Hauptausläufer als „Stamm“.

dafür die citirten Figuren genauer zu vergleichen). Die feineren Verhältnisse des Zusammenhanges dieser Fasern mit der Zellsubstanz lassen sich bei der benutzten Methode nicht ermitteln, weil dabei sowohl der Axencylinder als der Zellkörper zu blass erscheinen. In einem Falle habe ich durch Färbung mit Ehrlich'schem Hämatoxylin das Bild der Fig. 10 erhalten: eine feinfibrilläre Ausstrahlung des Axencylinders in den Zellkörper.

Besonders überraschend ist mir das Dickenverhältniss der Ursprungs- und KnäueLFasern im Vergleich zu dem Hauptausläufer. Man sollte erwarten, dass der Querschnitt des letzteren immer gleich der Querschnittsumme sämtlicher Ursprungsfasern, beziehungsweise sämtlicher nebeneinander im Knäuel verlaufender Fasern sein würde. Für manche Fälle trifft dies auch zu; aber in vielen anderen ist die Querschnittsumme der Ursprungsfasern (resp. die der KnäueLFasern) ohne Zweifel viel grösser als der Querschnitt des Hauptausläufers. Nach vielen bezüglichen Messungen (natürlich unter Berücksichtigung, dass der Querschnitt nach dem Quadrat des Durchmessers wächst) glaube ich dies ganz sicher aussagen zu können und verweise dafür auf die Angaben in der Tafelerklärung. Beispielsweise sei hier nur erwähnt, dass in einem genau gemessenen Falle der Hauptausläufer den doppelten Durchmesser von einer der intracapsulären Fasern hatte; von diesen aber waren 6—7 nebeneinanderlaufende vorhanden, und diese alle untereinander gleich dick. Auch bei Fig. 12 und 13 ist ersichtlich, dass der Hauptausläufer viel geringere Dicke hat, als die Summe der Fasern, aus denen er sich zusammensetzt.

Es kommt noch hinzu, dass die Markscheide des Hauptausläufers meistens erheblich dicker ist als die Markscheide der Ursprungs- und KnäueLFasern. Die letzteren haben durchweg dünne und zwar unter sich gleich dünne Markscheiden, wie es die Abbildungen zeigen; auch haben die intracapsulären Fasern unter sich alle meistens gleiche Durchmesser.

Diese meine Messungen und Abschätzungen beziehen sich nun allerdings auf die Nervenfasern in toto, nicht auf die Axencylinder. Die letzteren kann man bei der angewandten Methode nicht deutlich sehen oder messen. Aber ich glaube doch, dass für die Axencylinder im Ganzen genommen das Gleiche gelten muss, was vorher für die ganzen Fasern gesagt ist. Denn wir wissen ja längst, dass der Axencylinder nicht ein dünner Strang ist, der

wirklich nur „in der Axe“ der Markscheidenröhre verlief, sondern dass er diese Röhre ganz, oder doch beinahe ganz, ausfüllt. Dies wird ja bekanntlich durch jeden guten, dünnen Querschnitt von osmirten markhaltigen Nervenfasern gezeigt.

Also scheint mir für mein Object in der That nur die Annahme übrig zu bleiben, dass die Dicke (d. h. der Querschnitt) der leitenden Nervenbahnen, von der Ganglienzelle aus gerechnet, im Bereiche der Ursprungs- und Knäufelfasern in vielen Fällen grösser ist, als weiterhin, wo diese Fasern zum Hauptausläufer vereinigt sind. An eine Erklärung dieses gewiss merkwürdigen Verhaltens möchte ich mich nicht eher wagen, als bis ich noch weiteres Material von anderen Thieren und vielleicht auch durch andere Methoden gewonnen haben werde.

Verfolgt man die Hauptausläufer (dies gilt für die einfachen wie zusammengesetzten) von der Zelle aus, so findet man vielfach, dass ein solcher sich in Form eines Ranvier'schen „Tube en T“ in zwei Aeste theilt, was ich auch für das durchgehende Verhalten ansehen muss. Dies findet sich zwar meistens, aber nicht stets, an der ersten Einschnürung. Lenhossék¹⁾ hat durch Messung beim Frosch gefunden, dass „die Axencylinder der Theilungsarme stets zusammengenommen so breit sind, als der des Ausläufers allein“. Für das Pferd zeigt es sich, dass ein solches Verhältniss existiren, ebenso häufig aber fehlen kann. Man kann hier daher nicht immer sagen, dass der Axencylinder sich in zwei Zweige „theilt“. Es kommen nämlich viele Fälle vor, in denen es beinahe unmöglich ist zu entscheiden, welcher Axencylinder der dickste ist, der des Ausläufers oder der jedes der sogenannten Theilungsarme.

Dasselbe Verhältniss sieht man bei Fasern, die im Präparate herum gefunden werden, und die man nicht bis zu einer Zelle verfolgen kann, gewöhnlich weil sie vorher abgebrochen sind. Solche sind sehr zahlreich. Sie verhalten sich auch in zwei verschiedenen Weisen an der sogenannten Theilungsstelle. Entweder kann man nämlich deutlich sehen, dass eine Faser, der Stamm, sich in zwei andere, die Aeste, theilt. Dieses wird nicht nur durch das Dickenverhältniss der Axencylinder bewiesen, sondern man kann auch geradezu sehen, wie die Axencylinder der Aeste an der

1) M. v. Lenhossék l. c.

Einschnürungsstelle sich gegen einander biegen, von der Markscheide des Stammes bekleidet werden und zusammen seinen Axencylinder bilden. Die Aeste sind an Dicke einander gleich gross oder auch nicht. Ein drittes Moment, welches dafür spricht, dass eine wirkliche Theilung dort vor sich geht, besteht darin, dass oft eine dunkle Linie (vergl. Fig. 13) sich von der Stelle, an welcher die Theilungsarme zusammenstossen, verschieden weit in den Stamm erstreckt. Diese Linie entspricht wohl offenbar einem schmalen Raume, der zwischen den Axencyclindern existirt, ehe sie an der Einschnürung ganz von einander getrennt werden. Es ist sehr möglich, dass die dunkle Linie ein Kunstprodukt ist, bei der Zerpufung oder durch Druck des Deckgläschens hervorgerufen. Doch auch dann lässt sich sagen, dass an dieser Stelle sich eine Substanz befindet, die weniger Resistenz besitzt als die Faser sonst. Man darf für diese Fälle also wohl mit Sicherheit annehmen, dass der Axencylinder des Stammes durch Verschmelzung der Axencylinder der Theilungsäste gebildet ist.

Ein anderer Schluss, den man aus der Existenz dieser Linie machen kann, ist dass die Theilung des Axencyclinders nicht immer an einer Einschnürung vor sich geht, sondern dass dies auch vor derselben geschehen kann. An der Einschnürung werden die schon innerhalb der Markscheide gespalteten Axencylinder ganz von einander getrennt und bekommt jeder seine eigene Markscheide. Hierfür spricht auch, dass der Stamm gegen die Einschnürung allmählich aufschwillt, während die Dicke seines Markes abnimmt.

In anderen zahlreichen Fällen jedoch sind, wie ich oben schon sagte, an der sogenannten Theilungsstelle alle drei Aeste, und auch ihre Markscheiden durchaus gleich dick (ein Beispiel giebt Fig. 14), so dass ich einstweilen nicht sehe, wie man dies als eine „Theilung“ auffassen und mit der Anschauung von Freud und Lenhossék in Einklang bringen kann. Vielleicht wäre dies nach dem Schema möglich, das ich vorläufig hier in Fig. 15 gebe, wonach es sich allerdings um eine Theilung der von der Zelle kommenden Faser, aber um Anschluss der Aeste an einen vorbeilaufenden Axencylinder, in divergenter Richtung, handeln könnte.

Eine sonderbare Theilung und Wiedervereinigung der Theilungsarme ist an Fig. 16 zu sehen. Die Fasern lagen ganz isolirt. Zwischen den Theilungsarmen sieht man einige Kerne, die nach ihrer Form weder zur Kapsel noch zur Henle'schen Scheide

gehören. Weil an dem linken Ast zwei solche Kerne liegen, gehören sie wahrscheinlich auch nicht zur Schwann'schen Scheide. Die nähere Beschreibung ist in der „Erklärung der Figuren“ gegeben.

Im Anschluss möchte ich noch auf eine merkwürdige artificielle Veränderung des Axencylinders aufmerksam machen.

F. Tangl¹⁾ fand, dass der Axencylinder bei starker Quetschung der Nerven in der Mehrzahl der Fasern entzweigerissen wird, und die Rissenden dann in der zerdrückten Markmasse die bizarrsten Windungen annehmen; manchmal finden sich letztere auch an Fasern, welche nicht bis zum Zerreißen gequetscht waren.

Bei meinen Arbeiten habe ich ähnliche Axencylinder gefunden. Anfangs sah ich sie an einem Präparat, das nach der modificirten Lenhossék'schen Methode behandelt, aber wahrscheinlich zu schwach osmirt war. Später sah ich dasselbe an frisch gepupften Fasern. Besonders deutlich wird es an versilberten Fasern. In der Nähe eines solchen pfropfenzieherförmigen Axencylinders war immer eine Quetschungsstelle. Und wenn der Axencylinder erhalten war, lagen um ihn her Massen, die für Trümmer des gequetschten und degenerirten Markes zu halten sind. Gewöhnlich liegt der aufgerollte Axencylinder in verdickter Markscheide; einmal sah ich jedoch an einem Silberpräparate, dass die Dicke des Markes über der geschlängelten Stelle des Axencylinders unverändert blieb.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XIII und XIV.

Fig. 1. Zelle mit einfachem Ausläufer.

Grösste Breite der Zelle 150 μ , grösste Länge 200 μ ; dunkel. An der Austrittsstelle des Ausläufers aus der Zelle befindet sich eine Ranvier'sche Einschnürung und 110 μ nach aussen von derselben noch eine. Der Ausläufer ist 14 μ breit.

1) F. Tangl, Zur Histologie der gequetschten peripherischen Nerven. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 29.

Fig. 2. Zelle mit zusammengesetztem Ausläufer.

Fig. 3. Zelle mit zusammengesetztem Ausläufer.

Von den 5 Knäufelfasern stossen 1 und 2 mit x zusammen, 3, 4 und 5 vereinigen sich um y zu bilden. x und y vereinigen sich später und bilden z. x hat bei a eine Einschnürung. Alle 5 Knäufelfasern und x sind gleich dick; y ist so dick wie zwei Knäufelfasern zusammen; z und y sind gleich dick.

Fig. 4. Zelle mit Knäufelfasertheilungen und Verbindungen derselben.

a theilt sich in x und y; x wieder in drei Fasern, y in zwei. Die Rechte von den dreien und die Rechte von den zweien stossen mit einer Faser zusammen, die schräg über das Präparat läuft und sich unter einer Kernanhäufung verliert. Die Linke und die Mittlere von den dreien stossen mit einer Faser zusammen, die mit einem Haken endet; gegen diese Stelle verläuft auch der linke Ast von den zweien. Bei d ist eine Einschnürung. a ist am dicksten, danach x und dann y; die übrigen Knäufelfasern sind alle dünner und unter einander gleich dick; nur e und f besonders dünn.

Fig. 5. Zelle mit zusammengesetztem Ausläufer.

Fig. 6. Zelle mit zusammengesetztem Ausläufer.

Bei a gehen von einer Einschnürung 4 Knäufelfasern aus; zwei von diesen verlieren sich spurlos; die dritte läuft gegen den Ausläufer, die vierte läuft in entgegengesetzter Richtung und vereinigt sich mit einer der mit dem Ausläufer zusammenstossenden Fasern um d zu bilden, die nicht weiter verfolgt werden kann. d ist dicker als die übrigen untereinander gleich dicken Knäufelfasern. Es scheint hier als ob ausser dem eigentlichen Hauptausläufer b auch andere Fasern die Zelle verlassen.

Fig. 7. Zelle mit zwei Ausläufern.

1 ist zusammengesetzt, 2 einfach; 2 ist doppelt so dick als 1.

Fig. 8. x vereint sich mit zwei Fasern, von denen die linke mit y zusammenläuft, um a zu bilden, während die rechte als b die Zelle verlässt. a und b sind dicker als die anderen untereinander gleich dicken Knäufelfasern.

Fig. 9. Zelle mit zusammengesetztem Ausläufer.

Die drei Knäufelfasern können nach verschiedenen Stellen an der Zelle verfolgt werden, wo sie ohne Verbindung mit einander knäufelförmig enden.

Fig. 10. Axencylinder fächerförmig in die Zellsubstanz einstrahlend; mit dem Ehrlich'schen sauren Hämatoxylin behandelt.

Fig. 11. Zelle mit zusammengesetztem und sich theilendem Ausläufer.

Der Ausläufer ist dünner als seine zwei Aeste, von denen h der dickste ist und auch die dickste Markscheide besitzt.

- Fig. 12. Zelle mit zusammengesetztem Ausläufer.
Die Zelle ist rund, 60 μ Diam. Zwei Knäuefasern laufen mit dem Ausläufer zusammen; alle drei sind gleich dick, ca. 7 μ . Der Ausläufer hat keine Einschnürung und kann 260 μ weit verfolgt werden.
- Fig. 13. Der Stamm schwillt allmählich gegen die Einschnürungsstelle an. Eine schwarze Linie deutet die schon innerhalb der Markscheide stattgehabte Theilung des Stammes an.
- Fig. 14. Alle Fasern sind gleich dick (an den durch Striche bezeichneten Stellen: 12 μ).
- Fig. 15. Schema einer Theilung der von der Zelle kommenden Faser, deren Aeste sich einem vorbeilaufenden Axencylinder, in divergenter Richtung, anschliessen.
b: schematisirt und stärker vergrößert dargestellt, die Axencylinder getrennt gezeichnet.
- Fig. 16. a theilt sich in zwei Aeste, die sich wieder vereinigen um d zu bilden. a und d sind gleich dick; b und c nahe a zusammengekommen gleich dick wie a; schwellen aber gegen d so an, dass jede von ihnen gleich a wird.
- Fig. 17. Geschlängelter Axencylinder innerhalb verdickter Markscheide.
- Fig. 18. Pfropfenzieherartig geformter Axencylinder innerhalb nicht verdickter Markscheide. Versilbert.
-